III B 1

Notatki do wykładów

Fiz. teoret. i dośw.

rok 1916/17.

Rozpoczynamy tego roku mechanikę ~~od~~ trzechletni kurs fizyki teoretycznej, podczas którego zapoznamy się z głównemi metodami i wynikami fizyki teoretycznej.

<u>Co to jest właściwie fizyka teoret.</u> Czy istnieje osobna fiz. teoret. i fiz. doświadcz.?

Nie, taki podział byłby nonsensem. Istnieje tylko taki podział wykładów, ~~[illegible]~~ zarządzony ze względów praktycznych dydaktycznych, ponieważ ~~[illegible]~~ niestety ~~[illegible]~~ rachunku różniczkowego i całkowego w szkołach średnich jeszcze nie uczą, a zatem trzeba oddzielić potem na uniwersytecie ~~[illegible]~~ ogólne zarysy nauki, dla wszystkich (z elementarnem wykształceniem matematycznem dostępne ~~od części o~~ zatem przedmiotu fundamentalne doświadczenia pod nazwą „fizyka doświadczalna") od systematycznego, szczegółowego wykładu fizyki, przy którym ciągłe używanie rachunku różniczkowego i wyższego jest niezbędnem, i którym my się ~~tutaj~~ będziemy zajmować.

Z tego, że będziemy dużo rachować a nie będziemy robić doświadczeń, nie wynika że nasza fizyka jest nauką tylko teoretyczną (abstrakcyjną), bo jedyny fundament jej tworzy <u>doświadczenie</u>. ~~i [illegible]~~ Tylko z powodu braku czasu nie możemy pokazywać owych doświadczeń, będziemy się powoływać na nie jako znane, a zresztą oczekuje się, że obok tych ~~teoretycznych~~ poszukiwań doświadczalne ćwiczenia i samodzielne prace ~~[illegible]~~ dalej prowadzone zostają w pracowni fizycznej.

Można oczywiście naukę fizyki rozpocząć jakąkolwiek częścią: mechaniką, termodynamiką lub elektrycznością, ponieważ ~~[illegible]~~ one wszystkie są równorzędne, ale Panowie rozpoczynając ją tego roku, mechaniką, o tyle są w korzystniejszem położeniu, że ~~[illegible]~~ zaczynają od części najłatwiej zrozumiałej i najmniej abstrakcyjnej

od której zwykle rozpoczyna się naukę fizyki.

Chciałbym wtrącić przy tej okazji kilka słów co do ogólnej metody pracy i uczenia się w naszej dziedzinie. Żadnej bowiem sposobności nie chciałbym opuścić do nawoływania do samodzielności w pracy i do ~~[illegible]~~ racyonalnego sposobu uczenia się, bo pod tym względem często musimy prowadzić walkę z fatalnem nawyknięciem bezmyślnego „kucia", które zawdzięczamy nieudolnej pracy wielu naszych pedagogów ze szkół średnich.

Panowie ~~po części~~ w przyszłości częścią także obiorą zawód nauczycielski, proszę więc żebyście sobie Panowie jako odstraszający przykład zachowali w pamięci obraz profesora gimnazyalnego — jakich niestety zbyt często trafiamy — który fizykę wykłada z książki, nie pokazując doświadczeń (bo nie ma ochoty przygotować doświadczeń, i obawia się, że mu się nie udadzą), który lekcyę każe kuć na pamięć i recytować bezmyślnie, który tyle tylko posiada wiadomości fachowych ile zawiera książeczka gimnazyalna i który w największym znajduje się ambarasie jak ~~[illegible]~~ się go zapyta o jakieś bliższe objaśnienie, który od ~~[illegible]~~ czasu swych egzaminów ~~[illegible]~~ niczego nowego się nie nauczył i o nowszych prądach w nauce już wyobrażenia nie ma.

Taki nauczyciel oczywiście żadnych rezultatów nie osięgnie, nie wzbudzi zainteresowania do przedmiotu. Wszak gimnazyum przedewszystkiem powinno wzbudzić chęć do dalszego kształcenia się, apetyt na ~~naukę wyższą~~ poznanie [illegible] ogromu nauki, tymczasem dzięki przeciążeniu niestrawnym balastem pamięciowym

często ~~takie niestrawności powstania~~ że

tak gruntownie, żołądek – albo raczej mózg owego popsuje, że [zaś] się

na zawsze oduczy ~~jakiejkolwiek dążności do wyższych celów~~ sztuki samodzielnego

myślenia i ~~[illegible]~~ zatraci apetyt, dążności do wyższych celów.

Taki profesor gimnazyalny powinien właśnie przedewszystkiem sam: nie

być tylko maszyną recytującą podręcznik szkolny i ~~klasyfikującą~~ rozdającą

dobre i złe klasyfikacye, lecz powinien być człowiekiem ~~[illegible]~~ na wskróś

znającym swój przedmiot, samodzielnie krytycznie myślącym, śledzącym

postęp nauki a ile możności samodzielnie naukowo pracującym.

To samo mutatis mutandis stosuje się oczywiście także do innych

zawodów: wszędzie potrzeba nam ludzi a nie maszyn.

A właśnie do tego ma służyć uniwersytet. Jak Pan Rektor w [ustępie] przedwczorajszej

mowie inauguracyjnej [słusznie] zaznaczył, celem uniwersytetu nie jest ~~wychowanie~~,

fabrykacya urzędników, ~~doktorów~~ lekarzy, profesorów lecz przedewszystkiem

naukowe kształcenie, wychowanie ludzi posiadających gruntowne znajomości,

samodzielnie myślących i pracujących ~~itd~~ indywidualności – nie maszyn!

Postać takiego nauczyciela gimnazyalnego, który wychodząc po za obręb

swej oklepanej fizyki gimnazyalnej, samodzielnie naukowo pracuje, nie jest

zresztą wcale marzeniem, ideałem. W Niemczech, a nawet w Wiedniu,

większa część kandydatów składa doktorat – podczas gdy ~~[illegible]~~ u nas taka

rara avis ledwie co kilka lat się zdarza.

Oczywiście owe litery Dr nie dają patent na mędrca ani na uczonego, ale zawsze aby je uzyskać trzeba wykończyć dysertację, trzeba się nauczyć samodzielnie naukowo pracować. Tak powstaje rok rocznie w Niemczech olbrzymia ilość prac naukowych, które stanowią przyczynki do nauki; każda z osobna często drobna, ale razem stanowiące olbrzymi pęd postępu, w porównaniu z którym nasze polskie prace ~~dopiero~~ ani mierzyć się nie mogą.

Ci ludzie zachowują i nadal związek z nauką, są to tędzy fachowcy, którzy przodują na polu postępu nauki.

A czy my coś gorszego od Niemców?

Proszę więc usilnie, żebyście (Panowie) także pracowali w racjonalny sposób. Nie należy uczyć się na pamięć wykładów, tylko należy zapamiętać przewodnie myśli i główne metody. Gdy jakaśbądź wątpliwość się nasuwa, jakaś niejasność, jakaś ciekawa kwestya, nie należy zaprzestać aż się uda wyjaśnić — proszę ewentualnie bez żenady się zwrócić do mnie, zawsze z największą przyjemnością będę się starał objaśnić. Nie należy nic nie wierzyć na słowo, tylko trzeba samemu namyślać się, badać czy wywód był ścisły. Należy szukać analogii, związków różnych części przedmiotu. Niczego się nie posiada gruntownie bez porządnego zastosowania praktycznego, zatem należy koniecznie przerabiać jak najwięcej zagadnień, przykładów do ogólnych twierdzeń — tem będziemy się głównie zajmować podczas ćwiczeń i na to szczególną kładę wagę, żeby Panowie w nich chcieli wytrwale uczestniczyć.

Wreszcie należy także nauczyć się czytania i rozumienia dzieł fachowych, należy poznać główne podręczniki, porównać je między sobą i z wykładami itd.

To nazywam jedynie rozsądną metodą pracy. Wydaje się to cięższem mianowicie w początku, ale przy tem uczy się gruntownie przedmiotu, a nadewszystko uczy się myśleć, a bez tego u nas obyć się nie można!

Z czasem też może jeden lub drugi z Panów zabierze się do samodzielnych prac naukowych i także stale będę mu z przyjemnością służył podaniem ~~tem~~ tematów do rozpraw i pomocą przy wypracowaniu.

Mówiąc o podręcznikach chciałbym zaraz też przytoczyć tytuły książek które Panowie przy nauce posługiwać się mogą:

Książki

~~Aufgaben~~ Übungsbuch
Schlömilch ~~Aufgaben~~ Santz

Nernst – Schönflies Einf. in die math. Beh. d. Naturw.

Niewęgłowski Kurs Mechaniki racyonalnej
Fabian Zarys mechaniki ~~teor.~~ analit.
Franke Mechanika teoret.
Silbertein Krótki zarys mechaniki w języku wektorów
Natanson

~~Duhamel~~ Lagrange

Appel
Duhamel, Sturm, Laurent, ~~Moigno~~, Resal, Poisson,

Clebsch, Finger, Somoff, Narr, Budde, Ritter

Routh, Thomson & Tait

Voigt, Boltzmann, Hertz, Whittaker, Love, Perry

Föppl, Mach, Dühring

~~Volkmann~~

Lang, Christiansen, ~~Natanson~~

Einl. i. d. th.
Neumann, Kirchhoff,

Helmholtz (~~Dynamik~~) I, II

Jäger (Sammlung Göschen)

Volkmann Einführung

Jaumann

Königsberger

Encyklopädie!

Marcolongo

Duhem Ewolucya mechaniki 1904

~~Duhem~~ Lamb Zarys analizy wekt. 1905

Podział: { Mechanika punktu (systemu)
ciał sztywnych
sprężystych

{ Statyka
Dynamika

{ Kinematyka
Kinetyka

Julleu
Fuhrmann Aufgaben Samml.
współczesne dzieła

Laub Krótki zarys analizy wektorów Warsz. 1905

Bucherer Tb

Valentiner

Gans Tb

Ignatowski

Jahnke

Grassmann 1844 1862

Hamilton 1853 1866

7
8

Po tej ekskursii w dziedzinę dydaktyki powróćmy teraz znów do naszego właściwego tematu.

Mówiłem że mechanika zajmuje wszakże pierwsze miejsce w systemie fizyki i faktycznie nabyła ona fundamentalnego znaczenia dla niej wskutek historycznego rozwoju fizyki. ~~Istotnie ona w rozwoju swym wyprzedziła wszystkie inne części fizyki. Statyka już za czasów w starożytności była nieźle znaną~~

We wszystkich prawie jej częściach napotykamy pojęcia pochodzące pośrednio lub bezpośrednio z mechaniki (siła elektr., magn., praca, energia, potencjał itd)

Ilustracya tego: system bezwzgl. miar (CGS)

Istotnie też istnieje mnóstwo teoryj, ogólnie uznawanych, tłomaczących zjawiska innych dziedzin fizyki w sposób mechaniczny (podając ich mechanizm). Tak n.p. akustyka, optyka, elektr., ciepło = rodzaj ruchu.

Przez czas pewien panowała między Maxwell uczonemi teorya materyalistyczna, która jako faktycznie istniejącą przyjmowała tylko materyę ~~[illegible]~~ poruszającą się, która zatem cały wszechświat ~~[illegible]~~ uważała jako zjawisko mechaniki. (Büchner Kraft u. Stoff). Owi materyaliści trochę za daleko się posunęli.

Nie chcę tu wspominać o zjawiskach psychicznych, które według zdania przeważnej części filozofów tym sposobem nie dadzą się wytłumaczyć, i nie mogę się wgłębiać w ocenę ich zarzutów — bo to wychodzi poza zakres fizyki. Ale także ze strony fizyki zarzucono, po pierwsze że owa mechanika nie jest znów czem tak bardzo prostem, bo pojęcie materyi nawet jest pojęciem metafizycznem

Zauważono przedewszystkiem także że one tłomaczenia mechaniczne nie zawsze są najlepsze. Tak mecha. teorya elektr. nie wiele zyskała zwolenników, elektr. teorya optyki okazała się lepszą aniżeli mechaniczna. Wreszcie nawet powstała zupełnie nowa szkoła „energetyków", która zmór przeczy istnieniu materyi ~~at~~ i jako jedynie istniejącą wszystkie podawali zjawiska „energii".

Wobec tego nauczono się ostrożności w konkluzyach o „rzeczywistości". Przyszła epoka krytycyzmu i sceptycyzmu.

Istotnie cóż my marni ludzie na naszej drobnej ziemi wiedzieć możemy o wszechświecie. Tyle ile ptak zamknięty w klatce [illegible]. Albo jak ile skorpion książkowy (zwierz płaski) żyjący między kartkami książek i sądzący prawdopodobnie, że wszechświat to jest płaszczyzna (o dwóch wymiarach). Co tam jeszcze może istnieć za zjawiska których nigdy pomieć nie możemy, bo się nam w żaden sposób nie ujawniają.

Kirchhoff rozpoczął rewolucyę twierdząc, że fizyka w ogóle nie ma ze celu tłomaczyć zjawiska lecz tylko opisywać ~~je~~ w najzwięźlejszy sposób. Bo np. tłomaczę spadanie kamienia istnieniem siły ciężkości. Czy to jest tłomaczeniem? Co jest owa siła? Wszak to tylko konstatowanie faktu że kamień zawsze w tych warunkach spada. Napisanie formułki przyśp. = g jest tylko opisem najlepszym tego zjawiska.

Co prawda że on tutaj słowo opisywać bierze w innym sensie niż się to zwykle czyni (Opisowe nauki przyrody).

~~Według~~ Maxwella i Boltzmana ~~[illegible]~~ że cała teorya fizyki jest zbudowaniem modelów, ...

~~Mach dokładniej ~~ an.

Według Macha: zadaniem wiedzy w naukach przyrody jest opisywanie zjawisk…

[Tak powstał pogląd teraźniejszy, ~~[illegible]~~ zbliżony po części do t. zw. agnostycyzmu. ~~Wedle~~

Najpoważniejsza objekcya, jak mi się zdaje, przeciwko ogólnej zasadzie: szuka się tłomaczenia najprostszego. Czemu? Rzeczywistość może być wręcz skomplikowana]

Według tego: co do rzeczywistości nie wiemy nic, i prawdopodobnie nic o niej wiedzieć nie będziemy, dla tego też stratą czasu nad nią rozmyślać. O ile ten świat, jak on się nam przedstawia, rzeczywiście takim jest, a o ile może halucynacyą, o ile niekompletny, tego nigdy wiedzieć nie możemy i to nam wszystko jedno. Ponieważ tylko to co poznajemy doświadczalnie nas obchodzi wystarczy nam jeśli to ich możności dokładnie poznamy i nie tylko co ~~[illegible]~~ [illegible] wszystkie objawy. Jeśli będziemy wszystko dokładnie znać, jak się wszystko odbywa, to możemy wtedy przy danych warunkach ~~przepowiedzieć~~ co dalej się stanie i powiedzieć co ~~dawniej~~ było. zapomocą

Chodzi zatem o zadanie dwojakiego rodzaju 1). poznanie jak największej ilości faktów w jaki sposób, co się dzieje — — tego uczą nas doświadczenia

2). uporządkowanie tych faktów jeśli możliwe w jakąś całość, bo pojedyncze ich objąć nie możemy — — to jest t. zw. wyjście w prawa fizyczne, względnie teorya fiz.

~~[illegible]~~ Porządkując zjawiska znajdujemy zawsze zależność ich od innych, więc zadaniem ścisłym tę zależność określać.

W dwojaki sposób, albo matematycznie zapomocą równań $x = f_x(y, z \ldots)$

N. p. równania Maxwella, równanie pary nasyconej etc. (~~fenomenologiczne~~

Albo też zapomocą konstrukcyi mechanizmu, modelu, który nam przedstawia rzeczywistość

Tego rodzaju są n. p. teorya mechaniczna elektr. etc.

Mach główni na pierwszy sposób kładzie nacisk

Mamy różne zjawiska x y z .. chodzi o znalezienie ogólnego równania

które je obejmuje. (To potem za Kirchhoffem będzie można nazwać ścisłym opisem)

Wtedy nie potrzebujemy sobie spamiętać pojedyńczych faktów, lecz tylko ogólne prawo,

które takie obejmuje jako specyalne przypadki. (Grawitacya Newtona!) Odpowiada to zasadzie „ekonomii

myślenia"! || W takim położeniu znajduje się obecnie Chemia że gwałtowna potrzeba

znalezienia ogólniejszych praw, aby oszczędzić sobie pracy zarejestrowania!

Oprócz tego nie jest jednak zbyteczny drugi sposób (Maxwell, Boltzmann): modele

mechaniczne teoryi gazów za jednym razem odpowiada dla całej stosi praw specyalnych.

~~Ale~~ ~~Atoposty~~ Naturalnie rzadko się zdarzy znaleźć coś — ale n.p. taki jest sens

słowa przed elektr. [niby przed czasy].

Nowsi uczeni zatem wiele skromniejsi od dawniejszych. Przynajmniej nie

pretendują że takie mechanizmy mają istnieć w rzeczywistości, tylko jest to

sposób uzmysłowienia. Skromne zadanie, ale przynajmniej możliwe do spełnienia bez sprzeczności.

Naturalnie wyszuka się najlepszy zatem 1) najdokładniejszy 2) najprostszy

Ad 1). Modele musiało odnawiać najczęściej gdy poznamy dokładniejsze

Ad 2). Zależy ~~to~~ to w znacznej części też od tego, do jakich pojęć naówczas

przyzwyczailiśmy, z którymi najczęściej operujemy.

Przeważnej części ludzi mechaniczne pojęcia bez porównania najdostępniejsze

zatem bezpieczna ~~w~~ wyższość teoryi mechanistycznych: że najzrozumialsze

Ale przyzwyczaiwszy się do pojęcia energii, może się wydać odpowiedniejszym

podłożenie tego pojęcia — nie mówiąc jeśli ~~...~~ to zgadza uczynić Ostwald.

Ciekawy przykład: nowsze starania wytłomaczenia zjawisk mechanicznych

na podstawie teoryi elektronowej

Dla ludzi starej daty sam pomysł wydaje się horrendum!

Tak nie jest. ~~Jeśli~~ Dawniej ~~[illegible]~~ wymyślano mechaniczny model elektr., teraz elektr. wyjaśn. mechaniki. Chodzi tylko który prościejszy i z którym nam łatwiej będzie się oswoić. Naturalnie niezbędne szczegółowe oswojenie się ze zjawiskami elektr. Tolerancya.

Panów który pierwszy raz słyszy takie zdanie i który może dotychczas za świętą rzeczywistą prawdę uważali różne teorye, musi ogarnąć rozczarowanie. Więc to wszystko tylko wymysł, zabawka? Bynajmniej nie zabawka.

~~Tylko tyle że~~ Często zarzucają filozofowie że u nas co chwila inne teorye powstają, co dawniej uważano za prawdziwe, już wyszło z mody etc.

~~Stara~~ Teorya kontaktowa, molekul., elektron. ~~Istotnie~~ nie byłoby nadziei postępu gdybyśmy to uważali za rzeczywistość. Uważając to za model widzimy częściowy postęp bo model coraz dokładniejszy, coraz lepszy.!

Dopiero jak się ~~dużo~~ dużo wykonało żmudnych doświadczalnych prac, z zawiłemi rezultatami, jak się noce ślęczało nad starannem uporządkowaniem tych cyfr, tych wyników, nad znalezieniem jakiejś prawidłowości, dopiero wtedy się docenia należycie wartość dobrej teoryi fizycznej!

Dotychczas mamy trzy rodzaje takich ogólnych systemów całej (prawie) fizyki: mechaniczny, energetyczny i elektryczny.

Oczywiście najlepiej wypracowany i najlepiej wykończony jest mechaniczny, a to nie dlatego iżby on był prawdziwszy od innych tylko bo mechanika najpierw się rozwinęła.

promienie Rö

promieniotwórczość

promienie katodowe, elektrony, mechanika, teorya względności

Zeemann, analiza widmowa, serye

---

ruchy Browna, Perrin, liczba N

promieniowanie, widmo ciągłe, kwanty

teoria Nernsta, kinet. teorya ciał stałych, skroplenie helu, własności ciał w niskich temperaturach.

spekulacye nad strukturą atomów (Thomson, Rutherford, Bohr).

[illegible] ~~10^{-7} 10^{-8} cm~~ $1{,}18 \cdot 10^{-7}$ cm $= 2a$

[illegible] $2 \cdot 10^{-7}$ cm

[illegible] $2 \cdot 10^{-8}$ cm. $n = 6 \cdot 10^{19}$

5600 m ~~[illegible]~~ $0{,}0009$ mm $= 2a$ $h = 0{,}803$ mm $7 \cdot 10^{23}$

$$\frac{9654 \cdot 3 \cdot 10^{10}}{4{,}77 \cdot 10^{-10}} = 6 \cdot 10^{23}$$

$$e^{-\frac{gz}{R\theta}} = e^{-\frac{gz}{R\theta}\mu}$$

~~$dp = \rho \frac{g}{R\theta} dz$~~ $dp = \rho g \, dz = R\theta \, d\rho$

$$\frac{dp}{p} = \frac{d\rho}{\rho} = \frac{g}{R\theta} dz$$

urządzenia praktyczne (induktor, masywna lampa, ~~[illegible]~~ rury twarde, miękkie, sposób fotogr.)

Kwestya naukowa | porównanie z światłem

---

prędkość rozchodzenia Marx $= 3.10^{10}$ || określenie długości fal za pomocą siatki dyfr.

nie ma odb. załam. interf.

polaryzacya: Barkla   wtórne promienie różnie silne zal. od położ. [illegible]

uginanie Haga i Wind

Laue Friedrich i Knipping

Bragg, charakterystyczne radiacye

~~Absorpcya ciężarów atomowa || $\mu \sim A^5$ liczba atomowa (Owen, Bragg)~~

$10^{-9} - 10^{-8}$ cm

Skutki fizyologiczne

γ promienie

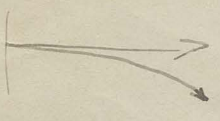
promienie katodowe   ważność badań nad wyładowaniem w gazach

~~Plücker~~

Hittorf 1869 | Hertz, Lenard

Crookes 1878 materya promienista | Schuster, Thomson ~~elektrony~~

niezależność jimne że siły elektr. od [illegible] | Perrin



$$\frac{mv^2}{r_1} = evH \qquad \frac{mv^2}{r_2} = eX$$

$$\frac{e}{m} = \frac{r_2}{r_1^2}\frac{X}{H^2}$$

~~$r = \frac{v^2}{\frac{e}{m}X}$~~ $\left(r = v^2\frac{m}{e}\frac{1}{X}\right)$

$$\frac{iH}{n} = \frac{envH}{n}$$

liczba na cm

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{vH}{X} \quad \| \quad v = \frac{r_2}{r_1}\frac{X}{H} \quad \| \quad \frac{e}{m} = 1{,}77\ 10^7 \text{ (em)}$$

~~$0{,}59 . 10^{20}$~~

$\varepsilon = 4{,}7.10^{-10} / 3.10^{10} =$

$e = \frac{9540}{6.10^{23}} = 1{,}6.10^{-20}$

~~9540 [illegible]~~

$\frac{e}{m_1}$ (elektrolizy) $= 9540$ (em)

$\frac{m_1}{m} = \frac{1{,}77}{9540}\ 10^7 = 1800$

Ponadto e

Thomson

Millikan

Wytworzenie promieni katodowych, ~~[illegible]~~

fotoelektryczność || prędkość zależna ~~[illegible]~~ w rurze od E

" " fotoelektr. zależna od λ

pomiar prędkości Des Coudres Wiechert

promienie kanałowe

Składanie prędkości

przyspieszenie

ruch ciała spadającego $s = g\frac{t^2}{2}$ rzucony poziomo, ukośnie

$v = gt$

$p = mg$

ogólnie „siła" ? prostota praw przyrody , Mach

drgania , prawa

ruch drgający

ruchy zakrzywione

ruch jednostajny po obwodzie koła



ruchy planet

$$w = \frac{v^2}{r} \cos\varphi = \frac{r}{T^2}\cos\varphi = \frac{x}{T^2}$$

(Statyka, prawo dźwigni, środek ciężkości, waga)

dyna

Siła, przyspieszenie, ruch po kole

siła = ~~przyspiesz. wdz~~

ciało spadające, rzucone poziomo spada tak samo

$p = mg$

$f = \frac{mv^2}{r}$

$s = g\frac{t^2}{2}$

ruch harmoniczny, wahadło

mierzenie dynamiczne i statyczne statyka

energia kinetyczna, praca

siły zachowawcze i rozpraszające

grawitacja, przyciąganie | tarcie itd.

elektrost.

równoważnik mechaniczny ciepła

1 gramkalorja / 1 kalorja = 427 kgm. = $4{\cdot}187{\cdot}10^7$ ergów = 4·187 joule

1 joule = 0·2389 grkal

temperatura, (bezwzględna) zależność od substancyi, termom. gazowy

ilość ciepła } tak, jak fluid

ciepło właściwe

ciepło utajone / ciepło = praca

Dulong Petit

meteor, wodospad, Joule tarcie

skroplanie gazów, temperatura krytyczna

praca, dzielność

ilość elektryczn. | magn.

potencyał

natężenie prądu, opór, prawo Ohma, Joula,

prawo Faradaya

dzielność, transformatory

fale podłużne, poprzeczne

porównanie akustyki z optyką.

współczynnik załamania, długości fal, polaryz.

Rozdzielenie

1). chemiczne

2). elektrolityczne

3). różna lotność   Ra A + Ra B + Ra C

za ¼ godz. znika Ra A, przy ogrz. znika Ra B do 630°

4). Odrzut

Ra A	220	$v = 300 \frac{km}{sek}$
α	4	$v = 16500 \frac{km}{sek}$

Płytka czynna Ra A Ra C przyciąga Ra B

5). obliczanie z krzywych czynności

Ra – Em – Ra A – Ra B
1 2 3 4

<u>w stanie równowagi</u>

$N_1 \lambda_1 t = N_2 \lambda_2 t = N_3 \lambda_3$ ..

wtedy $N_1 : N_2 : N_3 \dots = \frac{1}{\lambda_1} : \frac{1}{\lambda_2} : \dots$

których dłużej współistniejące

ilości rozkładające się jednakowo

Uran zawsze występuje z Radem w stałej proporcji

na 1 gr U → $3{\cdot}4 . 10^{-7}$ gr Ra

1 gr Ra → $0{\cdot}6\ mm^3$ Em

$0{\cdot}6\ mm^3 = \frac{0{\cdot}6 \cdot 10^{-3} \cdot 0{\cdot}001293 \cdot 222}{29}$

$\Phi_{Em} = 3{\cdot}85\ dni$

więc $T_{Rn} = 3{\cdot}85$.

$\frac{0{\cdot}001293 \cdot 222}{29}$

$\frac{0{\cdot}0012 \cdot 232}{30}$

$\rho = 0{\cdot}009^{28}$

$= 5{\cdot}6 \cdot 10^{-6}\ gr.$

$0{\cdot}6\ mm^3$ więc $\frac{0{\cdot}6,\ 0{\cdot}0093 \cdot 10^{-3}\ gr.}{222}$

$= 0{\cdot}6 \cdot \frac{0{\cdot}0093}{222} \cdot 10^{15} = 1{\cdot}5 \cdot 10^{16}$

$N_3 = 1{\cdot}5 \cdot 10^{15}$

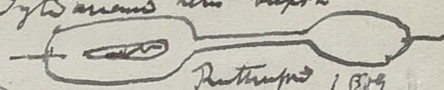
$N_3 \lambda_3 = 1{\cdot}5 \cdot 10^{15} \cdot 2{\cdot}085 \cdot 10^{-6} = 3{\cdot}1 \cdot 10^{9}$

$T_2 = 3{\cdot}85\ dni \cdot \frac{5{\cdot}6 \cdot 10^{-6} \cdot 222}{226}$

$= \frac{385}{365} \cdot \frac{10^4}{5{\cdot}6} \neq 2000$ lat

$T_1 = \frac{2000}{3{\cdot}4 \cdot 10^{-7}} \cdot \frac{226}{238} = 6 \cdot 10^9\ \underline{a}$

Wytwarzanie helu bańki



Rutherford 1909

α przez Spinthoroskop ZnS
Crookes

wołanie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16
	4	3	5	4	3	4	2	3	3	4	

1 gr Ra na sekundę $3'4.10^{10}$ cząstek α

$$\lambda = \frac{\Delta n}{n} = \frac{3'4.10^{10}}{\frac{6.10^{23}}{226}} = 1'25.10^{-11}$$

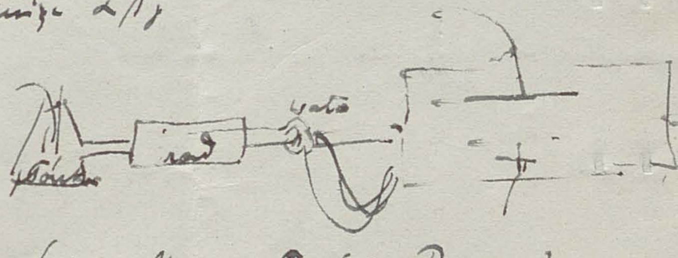
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{10^{11}}{1'25} = \qquad T = \frac{lg2}{\lambda} = 1700 \text{ lat}$$

Ra odd. od Ra. mniej wypromien.

wypromien. i cząstek od Ra początkowo tylko (25%) tylko α

za wiele α β γ

Emanacya



skrapla −150° (ciecz fluoryz. gęst. 6'8 Ramsay)

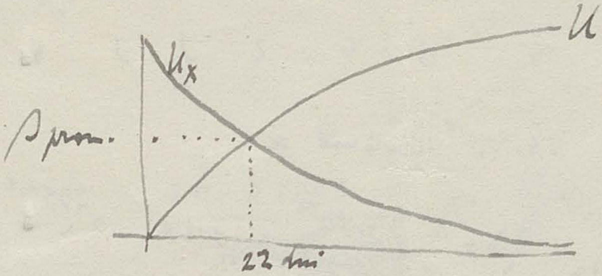
ciężar cząsteczkowy 222 . widmo specyalne

Eman. ze względu na wysyłanie α po 3 godz. tyle razy wzrasta od początku (w stos. równym)
1)
2) również początkowo β po 3 godz. (w naczyniu zatkanem zamknięte)
3) ciało zamknięte otrzymuje przeszkoda potem zaczyna
potem powoli opada

Crookes 1900

U $(NH_3)_2CO_2$

UX



Th podobnie 4 dni + Am. osad Th HO₄: mniejszy

Th X roztwór czynny = Th X

R.

R Em.

żadnego wpływu temperatury −188 − 1500°

więc zupełnie co innego niż proc. chemiczne , rozpad atomów

$$I = I_0 e^{-\lambda t} \qquad I_0 - I = I_0 (1 - e^{-\lambda t}) = I_0 \lambda t$$

$$I_1 : I_2 : I_3 = \dots$$ szereg geometr. t (Tak jak w razie absorbcji)

$$\frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\lambda t}$$

$$T = \frac{1}{\lambda} \lg 2 = \frac{0.69315}{\lambda} = 21.5\ d$$ dla U_X

17

	T		dosah ($\theta = 0°C$)	
$U_{(U_2)}^{(U_1)}$?	6.10^9 a	α	2·75	238·5
				234·5
UX	27·5 d	β, γ		
?				
Ionium (Boltwood)	10^5 a	α	2·85	
?				226·4
Ra	~~2000~~ 1750 a	α, β	~~3·5~~ 3·13	
Ra Em	3·85 d	α	~~4·23~~ 3·94	
Ra A	3·0 m	α	~~4·83~~ 4·50	222
				218
B	26·7 m	β		
C_1 ↓β	19·5	β		
C_2	2·2	~~α~~ β, γ		
α ↓ C′	10^{-6} sek ?	α	6·37	
D	12 a	—		
E_1 ?	6·2 d	—		
E_2	4·8 d	β		
F	140 d	α	~~3·86~~ 3·58	210·5 ?
G				

226·4 metalické radium Elektrolysa: tepl. 700° Curie Debierne čistého

bez em. pouze odpařování.

1 gr Ra produkuje 0'463 mm³ He pro dní

Ra $3'4.10^{10}$ α částic

Ra + = 4 × ↑

= 0'42 mm³

Ionium 230'5

Th 232'4

Th 232'4 → α

Mesoth. I, II
Radioth.
Th X

Th Em. 53 s.
↓ α

Th A
B
C
D ↓ ?

Akt

Akt Em. 3'9 sek

U

Ra
↓

Bi 208'4

empir. 208'0

Pb 206'5

empir. 207'1

Tl 204'4

empir. 204'0

Řady:

	II	III	(IV)	V
Em Akt 218'5 ?	Ag 208'3	Tl 204'0	Pb 206'5	Bi 208'4
Th 220'4			Ra D 210'5	Ra E 210'5
Ra 222'5			Th D_2 208'4	Ra C_1 214'5
			Th B 212'4	Akt C
			Ra B 214'5	Th C_1 212'4

He 4
Ne 20
A 39'9
Kr 83
Xe 130'7

! { Io 230'5
Th 232'4
Ux 234'5
Rad Th 228'4
? Rad Akt 226'5

(Curie Laborde 1903)

Ciepło : 1 gr Ra (wraz z RaC bez emanacji) : 132'3 cal/godzinę
α β 18% γ zaabsorbowane

1 kg amunicji (150 cm³) 20000 HP w ciągu 10^{12} kgm = 2.10^9 kal

1 Curie = Eman w równowadze z 1 gr Ra ... zajmuje 0'60 mm³

ciepło w czasie całego życia : $\varphi T = \frac{\varphi}{\lambda} = 2750.10^6$ cal. (na 1 gr)

energia kinetyczna α cząstek

wystarczyłoby w Ziemi $2'5.10^{-6}$ zawartości Ra na pokrycie ciepła

w Ziemi wystarczyłoby 4.10^{-14} gr na 1 gr masy Ziemi

tymczasem skały $0.2 - 6.10^{-12}$

	208'4
	210'5
	214'5
	212'4

VI

RaF 210'5
ThC_2 212'4
ThA 216'4
AcA 218'5

Fergusonit na 1 gr. 1'81 cm³ He

He zawiera 7% Ur.

zatem $2'6.10^{-8}$ gr Ra w ciągu roku wydziela
$0'4.10^{-8}$ cm³ He

wiek czas : $\frac{1'81}{0'4.10^{-8}} = 4'5.10^8$
= 400 mil lat

Pb/(gr U rok) = $1'25.10^{-10}$ gr

Pb/U			
węgl.	0'041	340 mil lat	
devon	0'045	370	"
sylur	0'053	430	"
prekambrium Szwecja	0'125	1025	"
Cejlon	0'20	1640	"

(Holmes)

w $1\,m^3$ powietrza emanacya odpow. $3 \cdot 10^{-11}$ gr Ra

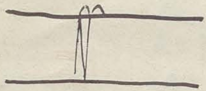
$= 3 \cdot 10^{-11} \cdot 0{\cdot}60\ mm^3 = 1{\cdot}8 \cdot 10^{-11}\ mm^3$

Alk.	78.3	205
NH_3	-35	
N_2	-196	
O_2	-183	
C_6H_6	80.4	93
H_2	-253	
CS_2	46	86
Eth.	34.9	90
Hg	357.25	-62

720	98.50
730	98.88
740	99.26
750	99.63
760	100°
770	100.37

0°	4.57
10	9.14
20	17.36
30	31.5
50	92.0
70	233.3
80	354.9
90	525.5
100	760
[illegible]	

2 atm.	120.6
4	144
10	180
14	195.5



$MC = mc \qquad \| = M g \frac{l}{c}$

$\tau = \frac{l}{c}$

$mc^2 = Pl$

$n m c^2 = P$

$\frac{N m c^2}{l} = P$

$N = n v$

$= n q l$

$q n m c^2 = P$

$n m c^2 = \frac{P}{q} = p$

$n \frac{m c^2}{3} = p$

t	c			c
$t = 0$	1.0079		H_2O	1.00
5	41		C_6H_6	0.33
10	1.0076		CS_2	0.235
15	1.0000		$(C_2H_5)_2O$	0.529
20	0.9993		Hg	0.0332
25	0.9995		[(NH_3) [illegible]	1.23]
30	1.0011			
50	1.0076			
100	1.0240			

Fe	0'115	7'85
Cu	0'093	8 9 2
[illegible]	0'093	8'55
Pb	0'032	11'4
Al	0'209	2'60

785
785
39
9'02

8028
2676
8'29

7695
2565
7'95

32
32
128
3'65

418
627
4'81

	c	A	Ac
Al	0'222	27'1	6'0
Pb	0'0299	207	6'2
~~Bi~~			
Cd	0'055	112	6'2
Fe	0'110	56	6'2
Ca	0'180	40	5'4
Au	0'031	155	6'1
J	0'0541	127	6'9
K	0'166	39	6'5
Cu	0'0925	63'6	5'9

Cu (22)	t = 10'7	c = 0'113	1'25
	985	0'459	5'5

B (11)

Si (28'3)

Cr (91)

t =	C	Ac
− 53°		0'72
− 680		0'62
− 181		0'03
− 234		0'00

		Ac
Cu	− 185°	3'38
	− 239'6	0'538
	− 249'5	0'223

objem

1 g ledu 1'09092 cm³

vody 1'000 13

0'09079 cm³

	t_0	w	Δv
Al	657	240	
Pb	327	5·37	−3·39
Cd	322	13·7	−4·72
Sn	232	14·0	−2·80
Bi	271	12·4	+3·31
Cu	1083	41·6	
Fe(?)	1530	6·0	
H_2O			+9·1

|| ähnl. f. Wasser
0 −0·0075
pro atm

Benzol	p = 1 Atm	t_0 = 5·43
	2620	66·0
	3250	78·0
Naphthalin	1	80·1
	1776	138·8
P	1	44·0
	2155	100·2

Rose: 2 Bi, 1 Pb, 1 Sn } 95°

Wood: 4 Bi, 2 Pb, 1 Sn, 1 Cd } 66°

α wspuen obyętość v cm^3

0° H_2 0·021 $v = \kappa V \frac{p}{p_0}$

O_2 0·049

N_2 0·024

CO_2 1·71

SO_2 79·8

0° } NH_3 { 1305

20° } { 600

Ra Eman 0·51

D $HCl \cdot H_2O$ $\kappa = 0·0000267$

NaCl 123

cukier 0·000004

Wattro 0·00000073 $q =$

$H_2 \to O_2$ 0·68

$CO_2 \to$ pow. 0·142

Cu 0·27

Ag 1·10

Fe 0·16

Pb 0·08

H_2O 0·0012

~~0·005~~

[illegible] 0·0002

[illegible] 0·000056

Hg 0·015

drewno 0·0001 – 3

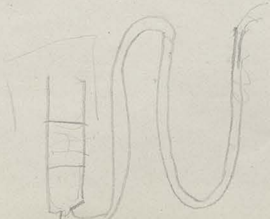
Granit 0·0080

[illegible] 0·006

szkło 0·0018

piasek 0·0001

cegła 0·002



~~$n = \sqrt{\frac{EJ}{\rho q}} \cdot \frac{m^2}{2\pi l^2}$~~ ~~$m_1 = 4.7300$~~

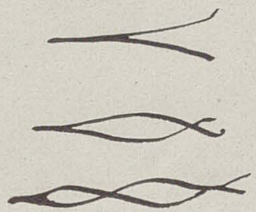
~~$m_2 = 7.8532$~~

~~$m_3 = 10.9956$~~

$n = \nu \frac{b}{l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $\nu = 0.1616$

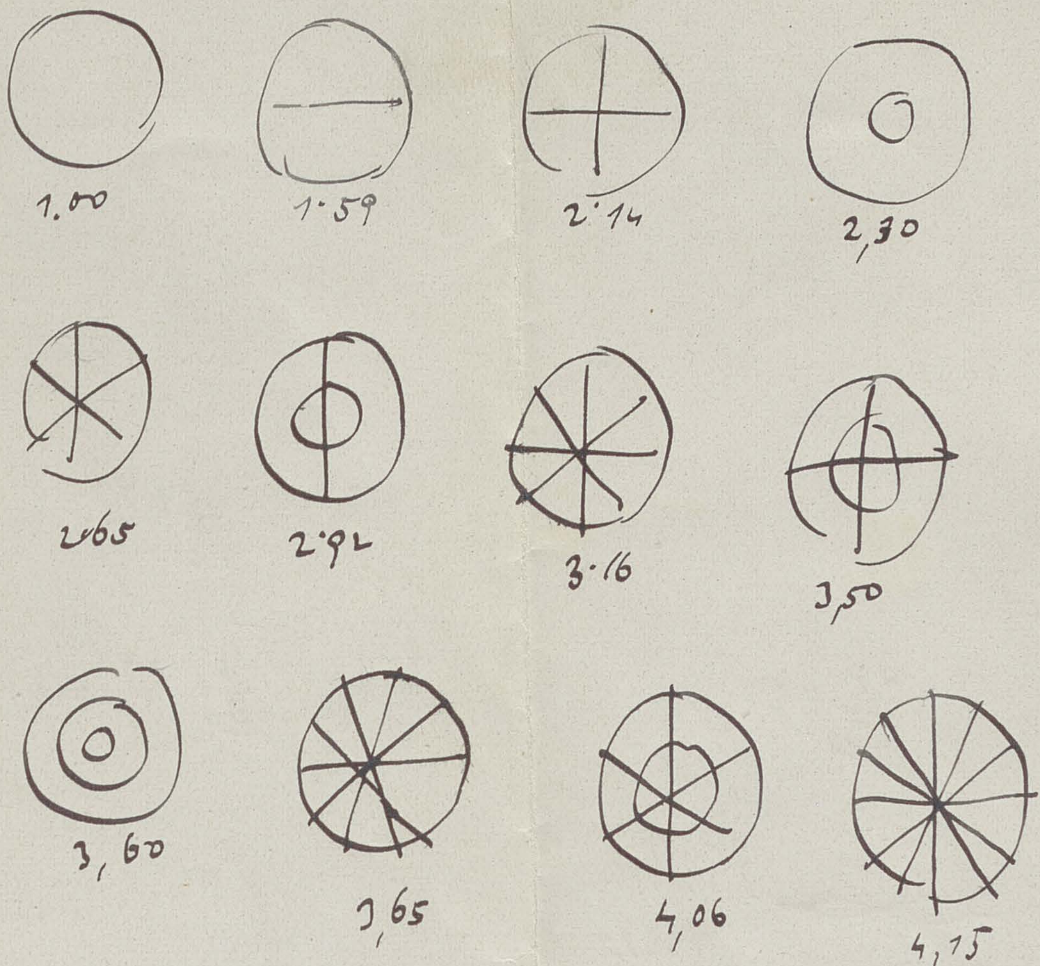
1.0124

2.8346



$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ $\frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\Theta \rho}}$

$\frac{1}{2l} \sqrt{\frac{P}{\sigma}}$



1.00
1·59
2·14
2,30
2·65
2·92
3·16
3,50
3,60
3,65
4,06
4,15

25

$NaCl$ 0° 35·5 gr 100 gr H_2O
100° 39·6

KNO_3
0° 13·3
100° 247

na 1 cu gram 30° CH_3COOH
49 C_6H_6

na 100 gr CH_3COOH zamrzá 16·70

18 gr H_2O } snížení 3·90
7·8 [illegible]
15·2 kamfory $C_{10}H_{16}O$

~~$Y = f(x, t)$~~

$$\frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial z} = 0$$

$$\frac{k}{c^2}\frac{\partial X}{\partial t} + 4\pi\lambda X = \frac{\partial N}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial z}$$

$$\frac{k}{c^2}\frac{\partial Y}{\partial t} + 4\pi\lambda Y = \frac{\partial L}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial x}$$

$$\frac{k}{c^2}\frac{\partial Z}{\partial t} + 4\pi\lambda Z = \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y}$$

$$\mu\frac{\partial L}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}$$

$$\mu\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}$$

$$\mu\frac{\partial N}{\partial t} = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}$$

$$\frac{\mu k}{c^2}\frac{\partial^2 Y}{\partial t^2} + 4\pi\lambda\mu\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{\partial^2 Y}{\partial x^2}$$

$$Y = a\, e^{i\alpha(t - p x)}$$

$$-\frac{\mu k}{c^2}\alpha^2 + 4\pi\lambda\mu i\alpha = -\alpha^2 p^2 \qquad p = \kappa + i\nu$$

$$= -\alpha^2(\kappa^2 - \nu^2 + 2i\kappa\nu)$$

$$\frac{K\mu}{c^2} = \alpha^2(\kappa^2 - \nu^2)$$

$$4\pi\lambda\mu\alpha = -2\alpha^2\kappa\nu$$

$$\frac{K\mu}{c^2} = \kappa^2 - \nu^2$$

$$\frac{2\pi\lambda}{\alpha} = -\kappa\nu = \tau\lambda$$

$$\kappa = \pm\sqrt{\frac{K\mu}{2c^2} \pm \sqrt{(\tau\lambda)^2 + \frac{K^2}{4}}}$$

$$\nu = \pm\sqrt{-\frac{K\mu}{2} + \sqrt{}}$$

$$\lambda_{Hg} = 1{\cdot}06 \cdot 10^{-5}$$

$$\tau = 10^{-13}$$

$$\kappa = \nu = \sqrt{\tau\lambda}$$

Jeżeli przedstawiciel nauk ścisłych, matematyki, fizyki

kg 0·179 mg

m ~~#~~ 1·5 μ

~~[illegible]~~

Ann. d Ph. et Ch. kg № 14

ζ : $-1{\cdot}3 . 10^{-8}$ kg (± $\frac{1}{2000}$ mg)

= 0·013 mg (± 0·002 mg)

Newton $\frac{1}{r^{2+\frac{4}{243}}}$ (apsyd. ☾)

Laplace $\frac{1}{r}$

Ramsay Publ. 1911 p. 795 P R S 84, 536 (1911)

82 580 1909

Steele & Grant

~~[illegible]~~

< 0·03 mg ± 0·000 003 mg

$$m \, 4\pi^2 r^2 \omega^2 = \frac{eE}{r^2} \qquad W = \frac{eE}{r} = \tau h \frac{\omega}{2}$$

Bohr 28

1913

$$4\pi^2 \omega^2 m = \frac{W^3}{(eE)^2} \qquad \omega = \frac{2W}{\tau h}$$

$$4\pi^2 m \frac{4W^2}{\tau^2 h^2} = \frac{W^3}{(eE)^2}$$

$$W = \frac{2\pi^2 m (eE)^2}{\tau^2 h^2}$$

$\tau_1 = 1$

$r = 1{\cdot}1 \cdot 10^{-8}$ cm

$\frac{W}{e} = 13$ Volt

$$W_{\tau_2} - W_{\tau_1} = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2}\left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right) = h\nu$$

$$\nu = \underbrace{\frac{2\pi^2 m e^4}{h^3}}_{3{\cdot}1 \cdot 10^{15}}\left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right)$$

Balmer nelen $3{\cdot}29 \cdot 10^{15}$

$$\lambda = A \frac{n^2}{n^2-4}$$

$$\frac{1}{\lambda} = B\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$$

Biot Savart   jednostka i, Amper

Styczna Amperomierz   Voltametry (96540 Kul. = 1 gr H_2)

ciepło Joulea   joule $= 10^7$ $= \frac{1}{9.81}$ Kgm $= 0.2388$ grut

1 watt $= 10^7$ $= \frac{1}{736}$ HP

~~Pot~~   1 Volt $= 10^8$ jedn em $= \frac{1}{300}$ jedn est

Voltometry

opór $1\Omega = 10^9$ ↑ $\left(= \frac{1}{9}\frac{1}{10^{11}} \text{ est.}\right)$

106.3 cm 1 mm²

Indukcja

Ruchy Br. postępowe i obrotowe, ciała stałe

Ogólnie $dW = A e^{-\frac{N}{RT} \chi(\varphi)} d\varphi$ $\frac{1}{2} \frac{H\Theta}{N} = 2.10^{-14}$ erg

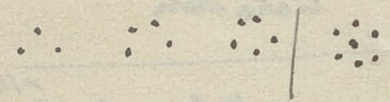
Igła torsyjna
" magnetyczna

~~Pośrednictwo~~ cieczy (Mandelstam)

Perpetuum mobile ?

Naboje elektryczne, promieniowanie

1-6   1-7   1-8   2-9   3-10



He Li Be B C N O F ~~Ne~~

Ne Na Mg Al Si P S Cl

Elektron $m = \frac{2}{3} \frac{e^2}{Rc^2}$ $R = 1.9 \cdot 10^{-13}$

$R = \frac{2}{3} e \left(\frac{e}{m}\right) \frac{1}{c^2} = \frac{2}{3}\, 4.8 \cdot 10^{-10} \frac{\cdot 1.7 \cdot 10^{7}}{3 \cdot 10^{10}}$

~~Sir~~ Thomson   compound

Crowther β (Al)

1: 200,000 :

150°   50

Geiger & Marsden

Rutherford

H	H	Li	C	N	O
1	2	3	6	7	8

C T R Wilson   [illegible]

[illegible]

Temper. fizyolog.

fizyczna skala, liczby inwentarza

~~Hero~~ zmiany objętości

Heron z Aleksandryi — Galileusz 1592 — Fahrenheit — Reaumur — Celsius, Strömer

---

Wydłuż. ciał

$l = l_0(1 + \lambda t)$

Cu	0·000017
Fe	0· 12
mosiądz	0· 19
Pb	0· 29
Pt	0·0000086
szkło	0·000009

inwar (35·7% Ni + 64·3% stal)

Termom. metalowe

Kompensacya

$$\frac{v - v_0}{v_0} = \frac{l_0^3(1+\lambda t)^3 - l_0^3}{l_0^3}$$

$\alpha = 3\lambda$

---

zależność od temperatury

przy −273!

Ciecze Dulong Petit Hg

760 mm	100
750	99·63
740	99·26
730	98·88

woda gęstość

−10°	0·99815
0°	0·99987
4°	1·0000
10°	0·99973
20°	0·99824
30°	0·99567
100°	0·95863

α pow.	0·00367
H_2	0·00366
CO_2	0·00371
CO	367
SO_2	390

α	Alk.	−40°	0·00097
		+10°	0·001051
		+40°	0·001101
	Eter	20°	0·001561
	Hg	20°	0·00018181
		100°	0· 18216

Gay Lussac 1802

$$p_0 v_0 = p v'$$

$$\frac{1+\alpha t}{1+\alpha t_0} = \frac{v}{v'}$$ (p const = p_0

$$\frac{p_0 v_0}{1+\alpha t_0} = \frac{p v}{1+\alpha t}$$

$\alpha = \frac{v - v_0}{v_0 t}$ $\beta = \frac{p - p_0}{p_0 t}$

	α		β
pow.	0·0036706	(Regnault)	~~3668~~
O_2			3668
N_2			3668
CO_2	3713 / 3710	Chappuis / Regnault	~~3706~~ 3698
SO_2	3903	Regn.	3845
H_2	3661	Regnault	3668
Cl_2	3833		3807
CO	3669	Regn.	3667
NO	3720		3707
A			3668
He			3665

$$\frac{v_0}{v'} = \frac{(1+\alpha t_0)}{1+\alpha t'}$$

$$p_0 v' = p v$$

$$\frac{p_0 v_0}{1+\alpha t_0} = \frac{p v}{1+\alpha t'} = A$$

$$p_0 v_0 = A\left(1+\frac{t}{273}\right) = \frac{A}{273}\underbrace{(273+t)}_{= R T}$$

$$\frac{p_0 v_0}{p_0} = R$$

Porównanie termometru rtęciowego z wodorowym
[illegible]

N. p.?	Jena $\frac{59^{III}}{\theta_h - \theta}$ (najdoskonalszym?)
−30°	+0·180
0°	0·000
+30°	−0·038
60°	−0·016
100°	0·000
200°	+0·63
300°	−4·4
400°	−11·5
500°	−23·0

Punkty fundamentalne temperatury topliwości?

H_2	−259
Eter?	−117·6
Hg	−38·8
Sn	+231·95
Zn	+419·4
Au	+1064
Pt	+1753
Ta	+2850
W	

$\beta = \frac{1}{273{\cdot}09} = 0{\cdot}0036618$ Berthelot 1903

$\frac{1}{273{\cdot}10} = 0{\cdot}0036617$ Kamerlingh Onnes 1910

$\frac{1}{273{\cdot}03} = 0{\cdot}0036625$ Chappuis 1888

NH_3	20°	8.41 atm.
	0°	4.19
	−33'5	1

He	$T_k = -268$	$p_k = 2{\cdot}8$ at		
H_2	-241	$15{\cdot}4$		
O_2	$-118{\cdot}8$	$50{\cdot}8$		
N_2	$-146{\cdot}0$	$35{\cdot}0$		
C_2H_4	~~+10·5~~	~~51·0~~	$-157{\cdot}5$	-145^0
	$+9{\cdot}3$	$58{\cdot}0$		
CO_2	$+31{\cdot}4$	$72{\cdot}5$		
Äther	$+194{\cdot}0$	$35{\cdot}6$		
H_2O	$364{\cdot}2$	195		
SO_2	$+156$	$78{\cdot}9$		

Alk. [illegible] -117^0

He Inv. -240^0

$T_{kr} = -267{\cdot}8^0$ | $p = 2{\cdot}26$

$T_{siede} = -268{\cdot}8^0$

$-271{\cdot}6^0$ || $p = 30$ mm

[[illegible] [illegible] [illegible] -258^0 [illegible] [illegible] [illegible]]

Joule-Thomson pro 1 atm 0° ~~−0·37°~~ $-0{\cdot}276^0$

H_2 $+0{\cdot}030^0$

CO_2 $-1{\cdot}2$

$\rho_{H_2} = 0\cdot 0000\,89873$

$v = 3b$

$$\lambda = \frac{a}{27b^2}$$

$$RT = \frac{8a}{27b}$$

35

$\rho = 0{\cdot}001293$ $\qquad$ $\rho_H = 0{\cdot}0000\,8987$

$\rho_O = 0{\cdot}001429$

$\frac{\rho}{\rho_{ox}}$		theor.	
H	0·06286	6297	1·008
He	0·1238	125	4
~~O~~ Ne	0·610	625	20·0
N	~~6~~ 0·8751	8753	14·01
O	1	1	16
F	1·145	1·187	19·0
A	1·248	1·247	39·9
Cl	2·254		35·5
Kr	2·550		83·0
Xe	4·001		130·7
Em. to.			220
Nt (Smaragd)			222·4

CO_2 prudaé

Li	7.0	0.941	6.6
Na	23.05	0.293	6.8
Mg	24.4	0.250	6.1
Al	27.1	0.214	5.8
P	31.0	0.174–0.190	5.4–5.9
S	32.0	0.178	5.7
Ka	39.15	0.166	6.5

Be	9.1	0.408	3.7
B	11	0.238	2.6
Si	28.4	0.170	4.8
C	12.0	{ 0.12	1.4
		0.17	2.0

Diam	−252 – 188	0.0043
	{ – 78	0.0190
	{ – 18	0.0794
	85.5	0.1765
	206	0.2733
	607	0.4408
	985	0.459

c [illegible]

0°	1.0070
15°	1.
25°	0.9985
40	1.0006

[illegible] 0.237

ZAKŁAD FIZYCZNY
C. K. UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

Kraków ....
Gołębia 13.

	ϑ	n			
CO_2	31·35	73	−78·2°		
SO_2	156	79			
C_2H_4	~~…~~ 10°	58	—— -	10°	58 atm
				10	50
				−60°	7·5
				−104°	1
N_2	−146	35	−195°		
O_2	−119	51	−183°	−152°	9·5 mm
NO	−93·5	71			
CO	−140	36			
H_2	−241	~~…~~ 15			
He	−268	2			

	δ	λ
CO_2	−78·	
NH_3	−35	
Alk	78·2	205
$(C_2H_5)_2O$	34·9°	90
CS_2	46·0°	
Hg	357·2	62
C_2H_5Cl	12·5°	98

H_2O

0°	4·57
20°	17·36
40°	54·87
60°	~~…~~ 149
80	355
98	707
99°	733
100	760
101	788
120·6°	2 Atm
144	4
180	10
196°	14

NH_3

	atm
−30°	1·14
−15°	2·24
0°	4·19
+15	7·14
+30°	11·5

Szklanka odwrócona

lewar (tryskawka)

lewar [illegible] pompą

lewar odwrócony (w wanience) CH_4

w powietrzu

ubytek ciśnienia ku górze $\frac{13 \cdot 6 . [illegible]}{10} [illegible] = 0 \cdot 0012 . h$

$h = \frac{13 \cdot 6 . [illegible]}{0 \cdot 012}$

$= [illegible]$ cm $= [illegible]$ m

pod 1 mm Hg

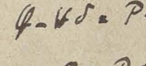
CH_4 płomienie

zasada Archimedesa, balony

parcie przy ważeniu $\Delta p = V\rho$

mikrowaga Ramsaya

~~$\varphi = P$~~



$\varphi - V\delta = P - v'\delta$

$\varphi = P + \delta(v - v')$

Boyle 1662

Mariotte 1679



Regnard zgęszczanie / wznoszenie

manometr gazowy



piana

$\delta = 0.001293 \frac{b}{b_0} = \delta_0 \frac{b}{b_0}$

$\alpha = \frac{\delta}{\rho} = \frac{\delta_0}{\rho b_0} \cdot b = \frac{0.0013}{13.6} \cdot \frac{1000}{760} =$

~~$\frac{1}{\alpha} = 8.12$~~

$b_2 = b_0 (1-\alpha)^2$

$\lg b_2 = \lg b_0 + 2 \lg (1-\alpha)$

$b_1 = b_0 - \alpha b_0 = (1-\alpha) b_0$

$b_2 = b_1 - \alpha b_1 = (1-\alpha) b_1$

..

$b_n = (1-\alpha)^n b_0 = b_0 e^{-n\alpha} =$

${}^{10}\lg (1-\alpha) = -\frac{1}{18400}$

$\lg b_z = z \lg (1-\alpha) + \lg b_0$

$z = 18400 (\lg b_0 - \lg b_z)$

$= 18400 (1 + \frac{t}{273}) (\lg b_0 - \lg b_2)$

18400 (wilg.)

760 2.8808

380 2.5798

0.3010

$18400 \cdot 0.301$

552

55384 m

Regnault 30

Amagat 3000 at.

		pow.	H_2
$p = 1$		$pv = 1.00$	1.00
	2	0.999	1.0006
	8	0.993	1.004
	20	0.993	1.011
	80	0.980	1.050
	200	1.026	1.133
	1000	1.95	1.68

3222
1550
4772
−1116
3656

23.2

$p = p_1 + p_2$

$V_p = V_{1p} + V_{2p}$

$p_1 = \frac{v_1}{V} p_0 \parallel p_2 = \frac{v_2}{V} p_0 \parallel p = \frac{v_1 + v_2}{V} p_0 = p_0$

$\delta = \frac{v_1 \delta_1 + v_2 \delta_2}{V} =$

powietrze

$0.001293 = 0.21 \cdot 0.001429 + 0.79 \cdot 0.001254$

dokładnie: N_2 : 0.7803

O_2 : 0.2099

A : 0.0094

CO_2 : 0.0003

H_2 : 0.0001

Ne : 0.000015

He : 0.0000015

$\frac{v_1 \delta_1}{V} =$

~~$b_n = b_0 e^{\lg(1-\alpha)}$~~

$b_n = b_0 e^{-\beta z}$

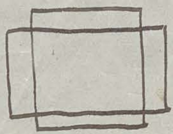
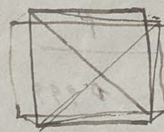
$[\beta = \lg \frac{1}{1-\alpha} \neq \alpha]$

$1 = \frac{v_1 \delta_1}{V\delta} + \frac{v_2 \delta_2}{V\delta}$

23.2 76.8

~~$\frac{E^2}{2(1+\mu)\left\{\frac{9E}{2(1+\mu)} - 6E(1+\mu)\right\}} = \frac{E}{3E-6\mu}$~~

Hooke 1675 ceiiinosssttuu

	E $\frac{kg}{mm^2}$	T	μ
Al	6300 - 7200	2300 - 2700	0.33
Fe	20000 - 22000	7000 - 8300	0.28
[illegible]	7500 - 15000	5000	0.25
[illegible]	53000		
[illegible]	1600	350	0.43
[illegible]	5000 - 8000	2000 - 3000	0.25
drewo	1200		
Kauczuk	0.1	0.03	

CGS

$\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial p} \cdot 10^{-12}$

1.4

0.62

2.4

$\lambda = \frac{l-l'}{l} = \frac{P}{E\,s}$

Young

E μ

$\sigma = \frac{p}{\theta}$

$\sigma = \frac{E}{3(1-2\mu)}$

$T = \frac{E}{2(1+\mu)}$

$E = \frac{9\sigma T}{3\sigma + T}$

$\mu = \frac{3\sigma - 2T}{3(2\sigma + T)}$

$M = T\frac{\pi\varphi R^4}{2L}$

$Y = 4\frac{PL^3}{E\,b^3 c}$



vzduch $b = \frac{1}{20.000}$

Alk. 2

voda $\frac{1}{13}$

éter 3

Beaumé stupeň b

$$\rho = \frac{144'3}{144'3 - b}$$

NaCl

0°	0'999
5°	1'035
10	1'071
15°	1'109
20°	1'149
25°	1'190

(2'13)

mléko 1'029 - 1'033

Alkohol (150)

proc. obj.	ρ
0	0'999
20	0'975
40°	0'951
50	0'934
60	0'913
80	0'863
100	0'794

0'999
0'794
1'793 : 2 = 0'896

H_2O:

-10°	0'99815
0°	0'99987
4°	1'0~~0000~~
10°	0'99973
20	99824
100°	0'95863

Przyp. niezależne od stanu ruchu (wskutek przez daną siłę) których... wolno z kąd inąd posiada } Prawo składania i rozkładania ruchów i sił

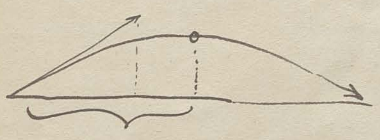
w tym wypadku przyspieszenie

$$y = g\frac{t^2}{2}, \quad x = ct \quad \Bigg\} \quad \frac{x^2}{c^2} = \frac{2y}{g}$$

ruch w podrzucie

ten sam czas spadania

$$y = \frac{g}{2c^2}x^2$$



$$y = ct\sin\alpha - g\frac{t^2}{2} \qquad v_y = c\sin\alpha - gt$$

$$x = ct\cos\alpha \qquad v_x = c\cos\alpha$$

Parabola wszystkich ciał

$$T = \frac{c\sin\alpha}{g}$$

$$L = \frac{2c^2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = \frac{c^2\sin 2\alpha}{g} = \frac{c^2\sin 2\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)}{g}$$

Np. $c = 313\ \frac{m}{sek} = 313 \cdot 10^4$

$$\frac{c^2}{g} = 10^8 =$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mc^2}{2} - mgy = \frac{mc^2}{2} - fy$$

Praca



więc największy przyspieszenie w [illegible]

tam nie ma przyrostu prędkości tylko zmiana kierunku



$$\gamma = \frac{v\alpha}{t} = \frac{vs}{rt} = \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{4\pi^2 a_1 m_1}{T_1^2} : 4\pi^2 \frac{a_2 m_2}{T_2^2} = T_2^2 a_1 m_1 : T_1^2 a_2 m_2 = \frac{m_1}{a_1^2} : \frac{m_2}{a_2^2}$$

$$F = k\frac{mM}{r^2}$$

	☿	♀	♁	♂	♃	♄	♅	♆
a 10^6 km	57·6	107·6	148·7	226·6	773·7	1418	2852	4466
T	88·0	224·7	365·3	687·0	4333	10759	30687	60117

☾ $T = 27^d 7^h 43^m 11·5^s = 2360591·5$

$$4\pi^2 \frac{a\,m}{T^2} \qquad mg\frac{R^2}{a^2} \qquad a = 60R$$

$$(m=1) \quad \frac{4\pi^2 \cdot 60 \cdot 637 \cdot 10^6}{(2360591)^2} = 0·271 \text{ dyn}$$

$$\frac{981}{60^2} = 0·273$$

Uranus Herschel 1781

1846 Le Verrier (Adams) | Galle Neptun

~~wyznaczenie masy planet~~

3). wyznaczenie masy planet posiadających księżyce

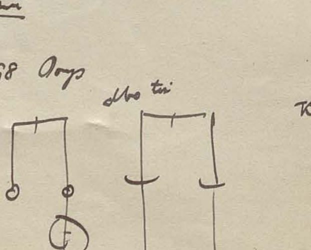
$$\frac{kmM}{R^2} = \frac{4\pi^2 R m}{T^2}$$

$$M = \frac{4\pi^2 R^3}{kT^2}$$

<u>Ciężar na ziemi</u>

Cavendish 1798 Boys

Jolly



5·775·2 kg

$$g = \frac{kM}{R^2}$$

$$k\frac{mM}{r^2} = mg = m\frac{Mk}{R^2}$$

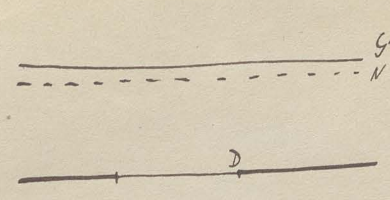
1). $k = 6·658 \cdot 10^{-8}$

gęstość ziemi = 5·6

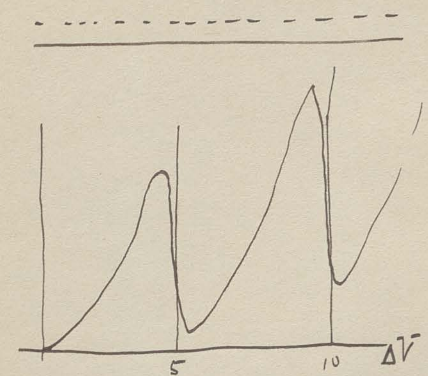
2). $M = 6 \cdot 10^{27}$ gr.

x6 trylionów ton

Jaki mechanizm ~~[illegible]~~ ciężenia?



temperatura koło 110° 1mm Hg.



Dopóki $V_+ < V_1$ $I=0$

gdy $V_+ > V_-$ I wzrastające

aż gdy

$V_+ = V_- + U_{jonizacyjnego}$

wtedy elektrony uderzają, [illegible]

Stoss Ionisation

dla Hg = 4.9 Volt.

He = 20.5

Wood Resonanz $\lambda = 253.6\ \mu\mu$

odpowiada $h\nu$ = ~~[illegible]~~ 4.9 Volt [wszystkie pomiary dają: 6.47 – 6.62 zależnie od G]

otrzymało by się $h = 6.59 \cdot 10^{-27}$ CGS.

2‰ błędu

przypuszczenie że energia idzie częściowo na ionizację

" na światło

Steubing Hg para jonizuje się pod światłem 253.6 μμ

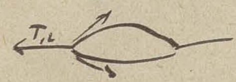
Napięcie — kurczenie się bańki mydl. , na wodzie, pętla,

powierzchnia minimalna

Kropla — igła pływająca, siatka z wodą

ortotoluidyna w wodzie (Plateau)

T	H_2O :	0°	78
		20°	74
	Hg		436
	Alk.		24
	oliwa		35
	oliwa/woda }		20



oliwa na wodzie

terpentyna





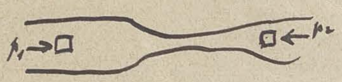
jeżeli $T_{12}+T_{23}<T_{13}$ zwilżanie

$\alpha\, 2\pi r = r^2\pi h$

$h = \frac{2\alpha}{r}$

Doświadczenia: dynamit, wstrząs

Gazometr



$$\rho\left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2}\right) = (p_1 - p_2)$$

$$p + \rho\frac{v^2}{2} = const$$

wypływ z naczynia $$v^2 = \frac{2}{\rho}(p_1 - p_2)$$

$$v'^2 = \frac{2}{\rho'}(p_1 - p_2)$$

Bunsen $$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{v'^2}{v^2} = \left(\frac{t}{t'}\right)^2$$

aspirator, palnik Bunsena

lepkość (Poiseuille) pow. 0·00018
wodoru 0·00009

opór ośrodka dla ciężkiej
wzrost prędkości [illegible]



$$K_0 \Omega + m r^2 \omega = \text{const} = c = (K_0 + m r_0^2)\Omega_0$$

$$m r \omega^2 = \frac{m M \kappa}{r^2}$$

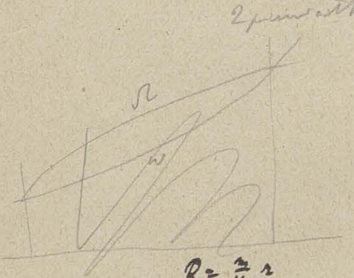
$$\omega^2 = \frac{\kappa M}{r^3} \qquad r = \sqrt[3]{\frac{\kappa M}{\omega^2}}$$

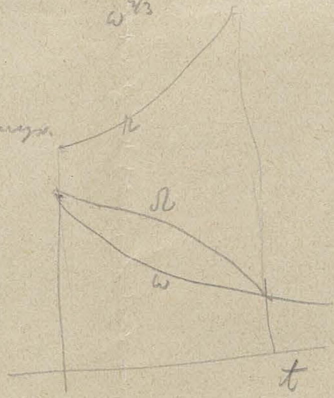
$$K_0 \Omega + m\omega \frac{(\kappa M)^{2/3}}{\omega^{4/3}} = K_0 \Omega + \frac{m(\kappa M)^{2/3}}{\sqrt[3]{\omega}} = \text{const}$$

$$K_0 \Omega^{4/3} + m(\kappa M)^{2/3} = c\,\Omega^{1/3}$$

2 punkty (?) ...

$$r + R = r\left(1 + \frac{m}{M}\right)$$





$$R = \frac{m}{M} r$$

$$\frac{M}{m} = 330\,000$$

promień ⊙ = 1.400.000 km

$$\frac{M}{2} R \left(\frac{dr}{dt}\right)^2, \ldots$$

$$\frac{m}{2}\left[r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right]\left(1 + \frac{m}{M}\right) - \frac{m M \kappa}{r\left(1 + \frac{m}{M}\right)} = E$$

$$m r^2 \frac{d\varphi}{dt} = C$$

$$m r^2 \frac{d\varphi}{dt}\left(1 + \frac{m}{M}\right) = c$$

$$r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 - \frac{2M\kappa}{r\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2} = \frac{2E}{m\left(1 + \frac{m}{M}\right)} = A$$

$$\frac{1}{r} - \frac{M\kappa}{C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2} = a' \cos\varphi$$

$$r^2 \frac{d\varphi}{dt} = \frac{c}{m\left(1 + \frac{m}{M}\right)} = C$$

$$a' = \sqrt{\frac{A}{C^2} + \left[\frac{M\kappa}{C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2}\right]^2} \qquad r = \frac{1}{\frac{M\kappa}{C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2} + a' \cos\varphi}$$

$$\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 \frac{C^2}{r^4} + \frac{C^2}{r^2} - \frac{2M\kappa}{r\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2} = A$$

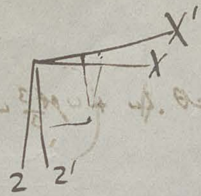
$$p = \frac{C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2}{M\kappa} = \frac{c^2}{m^2 M \kappa}$$

$$\int \frac{\frac{dr}{r^2}}{\sqrt{\frac{A}{C^2} - \frac{1}{r^2} + \frac{2M\kappa}{r C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2}}} = d\varphi$$

$$\frac{2\pi a b}{T} = \frac{c}{m\left(1 + \frac{m}{M}\right)} = C$$

$$\int \frac{\frac{1}{r^2} dr}{\sqrt{\frac{A}{C^2} + \left[\frac{M\kappa}{C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2}\right]^2 - \left(\frac{1}{r} - \frac{M\kappa}{C^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2}\right)^2}} = \varphi$$

$$\frac{a^3\left(1 + \frac{m}{M}\right)^3}{T^2} = \frac{4 a^2 b^2 \pi^2}{T^2} \frac{\left(1 + \frac{m}{M}\right)^3}{\frac{b^2}{a} 4\pi^2} = \frac{c^2}{m^2\left(1 + \frac{m}{M}\right)^2} \frac{\left(1 + \frac{m}{M}\right)^3}{\frac{c^2}{m^2 M \kappa} 4\pi^2} = \frac{\kappa(m + M)}{4\pi^2}$$



$x_1 = x \cos\varphi - y \sin\varphi$

$y_1 = x \sin\varphi + y \cos\varphi$

$y = y_1$

$\dot{x}_1 = \dot{x}\cos\varphi - \dot{z}\sin\varphi - x \sin\varphi\,\dot{\varphi} - z\cos\varphi\,\dot{\varphi}$

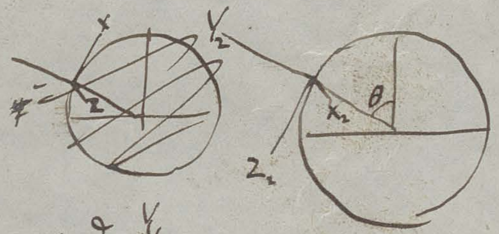
$\dot{z}_1 = \dot{x}\sin\varphi + \dot{z}\cos\varphi + x\,\dot{\varphi}\cos\varphi - z\,\dot{\varphi}\sin\varphi$

$\ddot{x}_1 = \ddot{x}\cos\varphi - \sout{\ddot{y}\sin\varphi} - 2\sout{\dot{x}\sin\varphi\,\dot{\varphi}} - 2\dot{z}\cos\varphi.\dot{\varphi} - x\cos\varphi.\dot{\varphi}^2 + \sout{z\sin\varphi\,\dot{\varphi}^2}$

$\ddot{z}_1 = \sout{\ddot{x}\sin\varphi} + \ddot{z}\cos\varphi + 2\dot{x}\dot{\varphi}\cos\varphi - 2\dot{z}\sout{\dot{\varphi}\sin\varphi} \sout{+ x\dot{\varphi}^2\sin\varphi} - z\dot{\varphi}^2\cos\varphi$

$\ddot{x}_1 = \ddot{x} - 2\dot{z}\omega - x\omega^2$

$\ddot{z}_1 = \ddot{z} + 2\dot{x}\omega - z\omega^2$



$x_2 = x_1$

$y_2 = -y_1 \sin\theta + z_1 \cos\theta$

$z_2 = y_1 \cos\theta + z_1 \sin\theta$

$z_1 = z_2 \sin\theta + y_2 \cos\theta$

$\ddot{x}_2 = \ddot{x}_1$

$\ddot{y}_2 =$

$m(\ddot{y}_2 - z_1\omega^2\cos\theta + \dot{x}_1 2\omega\cos\theta) =$



$\ddot{y}_2 = -\ddot{y}_1 \sin\theta + \cos\theta\left[\ddot{z}_1 + 2\omega\dot{x}_1 - z_1\omega^2\right] \quad = \ddot{y}_2 + \dot{x}_1 . 2\omega\cos\theta - z_1\omega^2\cos\theta$

$\ddot{z}_2 = \ddot{y}_1\cos\theta + \sin\theta\left[\ddot{z}_1 + 2\omega\dot{x}_1 - z_1\omega^2\right] \quad = \ddot{z}_2 + \dot{x}_1 2\omega\sin\theta - z_1\omega^2\sin\theta$

$\ddot{x}_1 = \ddot{x} - 2\omega\dot{z} - \omega^2 x \quad = \ddot{x}_2 - 2\omega\dot{z} - x\omega^2$

$m\frac{d^2y}{dt^2} + 2\omega\dot{x}_1\cos\theta - z$

$-g + 2\omega\cos\theta\frac{dx}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$ II $\quad \frac{dy}{dt} = -gt + 2\omega x\cos\theta$

$2\omega\frac{dx}{dt}\sin\theta = \frac{d^2z}{dt^2}$ I $\quad \frac{dz}{dt} = 2\omega x\sin\theta$

$-2\omega\left(\frac{dy}{dt}\cos\theta + \frac{dz}{dt}\sin\theta\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$ III $\quad \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega$

$z = 0$

$y = -g\frac{t^2}{2}$

$\frac{d^2x}{dt^2} = +2\omega g t\cos\theta$

$x = \frac{\omega g t^3}{3}\cos\theta$

4. $t = 0$ $\frac{dy}{dt} = 0$

$\frac{dx}{dt} = c$

$\frac{dz}{dt} = 0$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -2\omega\left(\frac{dy}{dt}\cos\theta + c\sin\theta\right)$$

$y = -\frac{gt^2}{2}$

$x = -c\,t^2 \sin\theta \cdot \omega + \omega g \frac{t^3}{3}\cos\theta$

$z = ct$

$x = -z^2 \cdot \frac{\omega\cos\theta}{c}$

$y = z^2 \left(\frac{g}{2c^2}\right)$

$$y = -g\frac{t^2}{2} + \gamma t + \omega t^2 \beta\cos\theta$$

$$x = \beta t - \omega t^2(\alpha\sin\theta + \gamma\cos\theta) + \omega g\frac{t^3}{3}\cos\theta$$

$$z = \alpha t + \omega t^2 \beta\sin\theta$$

$\ddot{x}_1 = \ddot{x} - 2\dot{z}\omega - x\omega^2$

$\ddot{z}_1 = \ddot{z} + 2\dot{x}\omega - z\omega^2$

